

**Composite material comprising a metal layer and a fibre-reinforced polypropylene layer**

**Veröffentlichungsnummer:** DE3818478  
**Veröffentlichungsdatum:** 1989-12-07  
**Erfinder:** SPIELAU PAUL DIPL CHEM DR (DE); HENTSCHEL BERND (DE); KLAAR KARLO (DE)  
**Anmelder:** HUELS TROISDORF (DE)  
**Klassifikation:**  
- **Internationale:** B29C70/08; B32B15/08; C08J5/12; C08K5/14; C08K7/14; C09D123/12; B29C70/08; B32B15/08; C08J5/12; C08K5/00; C08K7/00; C09D123/00; (IPC1-7); B21D22/20; B29C43/02; B32B7/04; B32B15/08; B32B27/20; B32B27/32  
- **Europäische:** B29C70/08D; B32B15/08; C08J5/12H; C08K5/14; C08K7/14; C09D123/12  
**Anmeldenummer:** DE19883818478 19880531  
**Prioritätsnummer(n):** DE19883818478 19880531

**Datenfehler hier melden****Zusammenfassung von DE3818478**

Described is a composite material comprising a metal layer and a fibre-reinforced polypropylene layer. The fibre-reinforced polypropylene layer has been crosslinked and - through the choice of the crosslinking factor and also of the fibre content - has a linear thermal expansion coefficient which has been adapted to the linear thermal expansion coefficient of the metal layer. Also described is an adhesion promoter for bonding the fibre-reinforced polypropylene layer to the metal layer.

---

Daten sind von der *esp@cenet* Datenbank verfügbar - Worldwide



(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) **Patentschrift**  
(10) **DE 38 18 478 C 2**

(51) Int. Cl. 5:  
**B 32 B 15/08 A1**  
B 32 B 27/20  
B 32 B 27/32  
B 32 B 7/04  
B 29 C 43/02  
B 21 D 22/20

(21) Aktenzeichen: P 38 18 478.8-16  
(22) Anmeldetag: 31. 5. 88  
(43) Offenlegungstag: 7. 12. 89  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 29. 4. 93

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(73) Patentinhaber:  
Spielau, Paul, Dipl.-Chem. Dr., 5210 Troisdorf, DE  
(74) Vertreter:  
Müller-Gerbes, M., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 5300 Bonn

(72) Erfinder:  
Spielau, Paul, Dipl.-Chem. Dr.; Hentschel, Bernd;  
Klaar, Karlo, 5210 Troisdorf, DE  
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
DE 36 41 342 A1  
DE 33 27 149 A1  
DE 30 11 336 A1  
DE 29 47 112 A1  
Kunststoffe, Bd. 60, 1971, Heft 10, S. 751-757;  
Kautschuk + Gummi-Kunststoffe, 34. Jg., Nr. 3,  
1981, S. 197-206;  
KÄUFER, Helmut: Arbeiten mit Kunststoffen, 2. Aufl.,  
Bd. 1, Springer Verlag, 1978, S. 120-122;  
LUCKE, H.: Kunststoffe und ihre Verklebung, Verlag  
Brunke Garrels, Hamburg 1967, S. 48;

(54) Verwendung eines Verbundwerkstoffes, enthaltend eine Metallschicht und eine faserverstärkte  
Polypropylenschicht und Verfahren zur Herstellung des Verbundwerkstoffes

DE 38 18 478 C 2

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft die Verwendung eines Verbundwerkstoffes, enthaltend eine Metallschicht und eine faserverstärkte Polypropylenschicht gemäß den Merkmalen des Anspruchs 1, sowie ein Verfahren zu dessen Herstellung.

Unter "Verbundwerkstoff" im Sinne der vorliegenden Erfindung werden flächige, im wesentlichen ebene Bahnen oder Platten, die als Halbzeuge durch Umformen zu Formkörpern weiterverarbeitet werden können, verstanden.

Werkstoffe aus faserverstärkten Polyolefinen und hier insbesondere die als "GMT" bekannten glasmattenverstärkten Polypropylene werden in technischem Maßstab zu Formteilen, für z.B. Automobile und sonstige technische Anwendungen, verformt. Diese Teile sind in ihrem Einsatz begrenzt durch die Qualität ihrer Oberfläche, die ohne Nachbearbeitung, wie Schleifen/Schärfeln, optisch anspruchsvollen Oberflächen nicht genügt, wie sie im Sichtbereich von Automobil- oder anderen technischen Geräteteilen gefordert werden.

In der DE-A-30 11 336 wird zur Überwindung dieser Schwierigkeit vorgeschlagen, einen Verbund aus dünnen Metallblechen mit Faserverbundwerkstoffen zu Karosserieaußenteilen zu verarbeiten. Bei dem in der Praxis vorkommenden Temperaturänderungen, z.B. beim Lackieren, erwiesen sich diese Verbundwerkstoffe als wenig formstabil, da aufgrund der unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten der einzelnen Schichten ein "Bimetall-Effekt" entsteht. Dieser Effekt kann bei höheren Temperaturen bis zum Delaminieren der Schichten führen. Zur Vermeidung dieser Nachteile ist bereits vorgeschlagen worden, einen symmetrischen Aufbau eines gattungsgemäßen Verbundwerkstoffes einzusetzen (Veröffentlichung "Steel-Polypropylene-Steel" J.A. DiCello, SAE Technical Paper Series, 1980), jedoch sind solche Verbundwerkstoffe teuer und schwer umzuformen.

Aus der DE-OS 36 41 342 ist ein Verbundwerkstoff in Gestalt eines Schichtpreßstoffes mit faserverstärkten Trägerschichten für die Verwendung als Basismaterial von gedruckten Schaltungen bekanntgeworden, der sich durch seine niedrige Dielektrizitätskonstante und niedrigen elektrischen Verlustfaktor auszeichnet. Bei diesem Schichtpreßstoff enthalten die Trägerschichten 5 bis 60 Gew.-% Glasfasern, ein mit Silan und Peroxid vernetztes Polypropylen mit einem Vernetzungsgrad von mindestens 30%. Die Trägerschichten können zudem gegebenenfalls unter Vermittlung eines Haftvermittlers mit einer Metallfolie kaschiert werden.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, einen Verbundwerkstoff für die Verarbeitung zum Formteilen vorzusehen, der auch bei asymmetrischem Aufbau und großen Temperaturschwankungen formstabil ist und auch bei hohen Temperaturen keine Delaminierung zeigt, insbesondere bei Temperaturen von bis zu 200°C noch lackiert werden kann und gut verformbar ist.

Die Erfindung löst diese Aufgabe durch die Verwendung eines Verbundwerkstoffes nach Anspruch 1 oder in Verbindung mit den Merkmalen des Anspruches 2. Bevorzugte Verfahren zur Herstellung eines erfundungsgemäß verwendbaren Verbundwerkstoffes sind in den Ansprüchen 3 und 4 angegeben.

Erfindungswesentlich ist dabei die Kombination aus Vernetzung und Faserverstärkung, insbesondere Glasfaserverstärkung, des Polypropylen: überraschend hat

sich dabei herausgestellt, daß durch den unterschiedlich erzielbaren Vernetzungsgrad des Polyolefins und durch Abstimmung des Glasegehaltes der lineare Temperatur-Ausdehnungskoeffizient der verstärkten Polypropylenschicht veränderbar ist und dem linearen Ausdehnungskoeffizienten des Stahls als auch dem des Aluminiums angepaßt werden kann. So zeigt z.B. ein vernetzter, glasfaserverstärkter Polypropylenansatz folgender Zusammensetzung

10 100,0 Gew.-Teile Polypropylen, MFI [230/5] > 0,1  
0,4 Gew.-Teile Dicumylperoxid  
1,2 Gew.-Teile  $\gamma$ -Methacryl-oxypropyl-trimethoxylan (MEMO)

15 0,5 Gew.-Teile Stabilisator für Polypropylen  
1,0 Gew.-Teile Farbruß

mit 30 Gew.-% Glasfaserverstärkung einen linearen Temperatur-Ausdehnungskoeffizienten von 20  $23 \times 10^{-6}/K$  (das entspricht dem linearen Temperatur-Ausdehnungskoeffizienten von Aluminium) und bei 40 Gew.-% Glasfaseranteil von  $13 \times 10^{-6}/K$  (das entspricht dem linearen Temperatur-Ausdehnungskoeffizienten von Stahl). Auch bei asymmetrischem Aufbau des Verbundwerkstoffes kann somit die Verzugsfreiheit bei Temperaturänderungen erreicht werden, da bei gleichem Temperatur-Ausdehnungskoeffizienten von Metallschicht und Polypropylenschicht kein "Bimetall"-Effekt auftritt.

30 Im Vergleich hierzu weist ein glasfaserverstärktes Polypropylen, jedoch unvernetzt, bei einem Glasfaseranteil von 30 Gew.-% einen linearen Temperatur-Ausdehnungskoeffizienten von  $62 \times 10^{-6}/K$  und mit 40 Gew.-% Glasfaseranteil einen von  $50 \times 10^{-6}/K$  auf.

35 Die Polypropylenschicht enthält neben Polypropylen noch insbesondere Vernetzungsmittel, Vernetzungsbeschleuniger, Peroxid, Stabilisatoren und übliche Zusatzstoffe sowie Glasfasern. Ggf. können auch Beimischungen anderer Thermoplaste beigegeben werden, solange

40 die charakteristischen Eigenschaften hierdurch nicht zu sehr beeinträchtigt werden, insbesondere können Mischungen des Polypropylen mit Copolymeren des Propylen mit anderen olefinischen Monomeren mit 2 bis 8 Kohlenstoffatomen oder anderen Polyolefinen, wie z.B. Polybutenen, eingesetzt werden, wobei jedoch bevorzugt mindestens 50 Gew.-% homopolymeres Polypropylen enthalten sind.

45 Es wird als Polypropylenschicht glasfaserverstärktes Polypropylen eingesetzt, mit 20 bis 50 Gew.-% Glasfasern, bezogen auf das Gewicht der faserverstärkten Polypropylenschicht.

50 Die Glasfasern werden bevorzugt in Gestalt von Glasfaser Matten, -vliesen, -gelegen o. dgl. eingesetzt. Sie können Flächengewichte von 100 bis 1 200 g/m<sup>2</sup> aufweisen. Es können für eine verstärkte Polypropylenschicht eine oder mehrere Lagen von Glasfaser benutzt werden. Darüber hinaus können auch Matten, Vliese oder Gelege aus gemischten Fasern, d.h. Glasfasern und/oder Carbonfasern und/oder thermoplastischen Fasern, wie Polyester-, Polyether- oder Polyimidfasern oder ähnlichen hochtemperaturfesten Kunststofffasern verwendet werden.

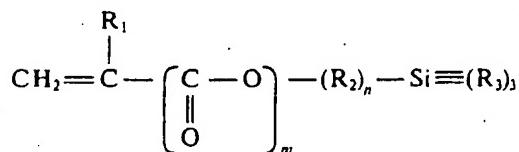
55 Des weiteren können Farbmittel, Stabilisatoren und übliche Zuschlagstoffe der Polyolefinverarbeitung in üblichen Mengen zugegeben werden.

Nach einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird als Polypropylenschicht eine durch Einsatz einer pfropfbaren Silanverbindung und einem

Peroxid, ggf. unter Verwendung eines Vernetzungsbeschleunigers vernetzbare Polypropylenschicht eingesetzt, die während oder nach der Verbundwerkstoffherstellung ausvernetzt wird.

Als Peroxide kommen, einzeln oder in Mischung, Dicumylperoxid, tert.-Butylperoxy(3,5,5-trimethyl)hexoat, Bis-C-tertiär-butylperoxyisopropylbenzol in Frage. Hierbei werden 0,1 bis 0,8%, bezogen auf das Gewicht der eingesetzten Polypropylene, organisches Peroxid mit einer einminütigen Halbwertszeit-Temperatur von etwa 160 bis 240°C verwendet.

Als Vernetzungsmittel werden 1,0 bis 5%, bezogen auf das Gewicht der eingesetzten Polypropylene und Polyolefine einer oder mehrerer Alkoxisilanverbindungen der Formel



worin R<sub>1</sub> Wasserstoff oder ein Alkylradikal mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen, R<sub>2</sub> ein geradkettiges Alkylenradikal mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, R<sub>3</sub> ein Alkoxyradikal mit 1 bis 5 Kohlenstoffatomen, das ggf. durch ein Sauerstoffatom unterbrochen sein kann, und m und n = 0 oder 1 sind, eingesetzt, z.B. Vinyltrialkoxysilan oder γ-Methacryl-oxypropyl-trialkoxysilan, letzteres wird im folgenden kurz als "MEMO" bezeichnet.

Zusätzlich kann auch noch ein Vernetzungshilfsmittel, wie Vernetzungsbeschleuniger, z.B. Dibutylzinndilaurat, in Mengen bis zu 0,1 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht des eingesetzten Polyolefins, verwendet werden.

Bezüglich der Vernetzung des Polypropylens wird auf die DE-A-33 27 149, DE-A1-35 30 364, DE-A1-25 17 256 und DE-A1-33 46 267 verwiesen.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird die faserverstärkte Polypropylenschicht mittels eines Haftvermittlers (Primers) aus einem Epoxidharz auf Bisphenol A-Basis mit der Metallschicht verbunden.

Hierdurch wird ein ungewöhnlich haftfester Verbund zwischen der Polypropylenschicht und der Metallschicht erreicht, der nur durch Zerstörung der Polypropylenschicht getrennt werden kann.

Als Haftvermittler (Primer) kommen niedrig- oder hochmolekulare Epoxidharze auf Bisphenol A-Basis, lösungsmittelfrei oder mittels geeigneter Lösungsmittel auf die gewünschte Viskosität verdünnt, in Frage, die insbesondere mit Dicyandiamid oder mit Säureanhydriden gehärtet werden. Der Primer wird nach Vorreinigung des Metallbleches in Mengen von 1 bis 10 g/m<sup>2</sup> aufgetragen und einer thermischen Behandlung während 10 bis 20 min. bei 170 bis 190°C unterzogen. Hierbei trocknet der Primer und härtet an (Stufe A), jedoch härtet er noch nicht aus. Die so vorbehandelten Oberflächen werden dann direkt entweder dem Vorverbund oder der Formteilherstellung zugeführt.

Der Haftvermittler (Primer) ist während der Herstellung des Verbundes zwischen der geprimerten Metallschicht und der das Vernetzungsmittel enthaltenden Polypropylenschicht noch sehr aktiv und härtet erst während dieses Verbundes vollständig aus, so daß durch die chemische Reaktion zwischen Silan, Peroxid und Primer eine so starke Haftung zwischen den beiden zu verbindenden Schichten erzielt wird, daß der Verbund

nur unter Zerstörung mindestens einer der Schichten getrennt werden kann.

Nach der vollständigen Vernetzung der Polypropylenschicht im Verbundwerkstoff weist dieser eine außerordentlich hohe thermische Belastbarkeit auf, der Verbundwerkstoff ist insbesondere noch oberhalb des Kristallitschmelzpunktes des eingesetzten Polypropylens belastbar, insbesondere kann ein Formteil aus dem erfundungsgemäßen Verbundwerkstoff ohne Delaminierung oder Verformung bei 180 bis 200°C lackiert werden.

Die vernetzbare und faserverstärkte Polypropylenschicht wird beispielsweise durch Extrudieren von Bahnern einer Dicke von 0,3 bis 3 mm bei Temperaturen von 170 bis 230°C hergestellt, wobei die Mischung noch nicht vernetzt bzw. einen Vernetzungsgrad von <20% und vorzugsweise <5% aufweist und direkt nach der Extrusion zur Penetration einer Verstärkungsmatte zugeführt wird, wie in der EP 01 34 941 und DE-PS 35 30 364 beschrieben.

Ein anderes bevorzugtes Verfahren stellt das Einstreuen des pulvrigen Polypropylens in Mischung mit allen zur Vernetzung notwendigen weiteren Komponenten in das Glasvlies und anschließendes Aufschmelzen und Penetrieren zwischen endlosen Bändern unter Druck dar. In Abwandlung dessen kann auch mittels der vorbeschriebenen Extrusion die Beschichtung des Verstärkungsvlieses vor dem Verpressen zwischen endlosen Bändern erfolgen.

Nach einem bevorzugten Verfahren zur Herstellung des erfundungsgemäßen Verbundwerkstoffes mit vernetzter bzw. vernetzbarer Polypropylenschicht wird die Metallschicht mit einem Haftvermittler auf der Basis Bisphenol A, der einen Amid- oder Säureanhydridhärtter enthält, in Mengen von etwa 1 bis 10 g/m<sup>2</sup> beschichtet und einer thermischen Behandlung bei etwa 170 bis 190°C während etwa 5 bis 10 min unterzogen. Anschließend wird die das Vernetzungsmittel enthaltende, vernetzbare, jedoch noch nicht ausvernetzte Polypropylenschicht bei Drücken von mehr als 1 bar mit dem mit dem Haftvermittler versehenen Metallschicht verbunden.

Die Metallschicht kann dabei vor oder nach der Bebeschichtung mit dem Haftvermittler nach einem für Metall üblichen ein- oder mehrstufigen Tiefziehprozeß bei Raumtemperatur zu einem Metallvorformteil verformt werden, wonach dieses Metallvorformteil in einer auf 60 bis 120°C beheizten, aus Matrize und Patrize bestehenden Preßform eingelegt wird und ein oder mehrere, auf das benötigte Volumen abgestimmte Zuschnitte der Polypropylenschicht, die auf eine Temperatur von 190 bis 230°C erwärmt sind, aufgelegt und durch Zufahren der Preßform miteinander verpreßt und verbunden werden. Hierbei wird die Aushärtung der Primerschicht sowie die Vernetzung der Polypropylenschicht eingeleitet. Die endgültige Ausvernetzung der Polypropylenschicht kann durch Warmlagerung in feuchter Atmosphäre beschleunigt werden.

Bevorzugt wird die Metallschicht jedoch kontinuierlich mit der Polypropylenschicht zu einem ebenen Halbzeug verbunden, wobei der Verbund zwischen Polypropylenschicht und der Metallschicht beispielsweise mittels einer an sich bekannten Doppelbandpresse erfolgt. Das so hergestellte Halbzeug kann anschließend durch Umformen zu Formkörpern weiterverarbeitet werden.

Soweit ein Metallvorformteil eingesetzt wird, das in einer Preßform mit der ein Vernetzungsmittel enthaltenden Polypropylenschicht verbunden wird, kann die Preßform bzw. das Formwerkzeug auf der der Polypro-

pylenschicht zugewandten Seite Vertiefungen aufweisen, entsprechend denen aus der Polypropylenschicht verstiefe Rippen oder gewünschte Dickensprünge geformt werden.

Bevorzugt können verstärkte Teilbereiche der Polypropylenschicht durch Einlegen von Zusatzteilen in die Preßform bzw. das Formwerkzeug gebildet werden, die beim Verpressen der Schichten haftfest mit den Kunststoffschichten verbunden, jedoch selbst nicht verformt werden.

Die erfindungsgemäß hergestellten flächigen, im wesentlichen ebenen Bahnern oder Platten (Halbzeuge) werden bevorzugt zu Formteilen weiterverarbeitet, indem entsprechende Zuschnitte des Verbundwerkstoffes nach Vorheizung auf 180 bis 230°C in einer Metallziehziehpresse, deren Ziehstempel auf 50 bis 130°C, vorzugsweise 70 bis 90°C erwärmt ist, umgeformt werden.

Insbesondere ist vorgesehen, daß die Umformung mehrstufig erfolgt und jeweils eine Nachheizung der umzuformenden Zuschnitte erfolgt.

Die Erfindung wird nachstehend anhand mehrerer Ausführungsbeispiele sowie von Vergleichsbeispielen sowie der Zeichnung näher erläutert.

Die Figur zeigt dabei einen erfindungsgemäßen Verbundwerkstoff mit der Metallschicht 1, dem Primer (Haftvermittler) 2 sowie der glasfaserverstärkten Polypropylenschicht 3.

#### Beispiel 1

Ein elektrolytisch verchromtes, kaltgewalztes Stahl-Feinstblech der Stärke 0,3 mm, mit einer Härtestufe B nach Euronorm mit einem thermischen Längen-Ausdehnungskoeffizienten von  $13 \times 10^{-6}/K$ , wird vorgereinigt und mit einem Primer aus einem niedermolekularen Epoxidharz auf Basis Bisphenol A (Epoxy Resin DER-331, DOW Chemical), Dicyandiamid als Härter und Benzylidimethylamin als Beschleuniger im Gewichtsverhältnis 120:3:1,5 mit ca. 10 g/m<sup>2</sup> beschichtet und 8 min. bei 170°C getrocknet. Eine vernetzbare glasmattenvverstärkte Polypropylenschicht folgender Zusammensetzung:

100,0 Gew.-Teile Polypropylen, MFI 230/5 <0,1 (Novolen 1300 Z, BASF)  
 0,4 Gew.-Teile Dicumylperoxid  
 1,2 Gew.-Teile Methacryl-oxypropyl-trimethoxy-silan (Dynasilan MEMO, Hüls Troisdorf AG)  
 0,5 Gew.-Teile Stabilisator für Polypropylen  
 1,0 Gew.-Teile Farbruß  
 68,0 Gew.-Teile Glasfasern in Form einer Glasmatte mit 680 g/m<sup>2</sup>

wird durch Plastifizieren der Polypropylenmasse bei einer Temperatur von 210°C und Penetrieren der Glasmatte hergestellt, bis sie ein Flächengewicht von 1 700 g/m<sup>2</sup> aufweist. Je ein Zuschnitt des geprimierten Metallbleches und der vernetzbaren glasfaserverstärkten Polypropylenschicht werden in eine Preßform gelegt und in der Presse bei 200°C und einem geringen Druck von 5 bar zu einem Verbundmaterial zusammengefügt und nach Abkühlung entnommen. Die so hergestellte Verbundplatte kann wiederholt auf 200°C ohne sichtbare Verformung oder Delaminierung gebracht werden. Eine Schichtentrennung bei Raumtemperatur ist praktisch nicht möglich. Die Trennung erfolgt entweder im glasmattenvverstärkten Polypropylen oder durch partielle Abriß des Stahlblechs. Die Polypropylenschicht

wies einen Vernetzungsgrad von 43% und einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von  $13 \times 10^{-6}/K$  auf.

#### Beispiel 2

Ein Aluminiumfeinblech, Stärke 0,2 mm, mit einem linearen Temperatur-Ausdehnungsfaktor von  $23 \times 10^{-6}/K$ , wurde entfettet und mit bromhaltigem Epoxidharz auf Basis Bisphenol A (Epoxy Resin DER-516, DOW Chemical), 75%ig in Methylethylketon, Dicyandiamid als Härter und Benzylidimethylamin als Beschleuniger im Gew.-Verhältnis 130:3:1,5 geprimert und nach Vorhärtung bei 180°C mit einer Schicht aus einem glasmattenvverstärkten, vernetzbaren Polypropylen folgender Zusammensetzung:

100,0 Gew.-Teile Polypropylen, MFI 230/5 <0,1  
 0,4 Gew.-Teile Dicumylperoxid  
 1,2 Gew.-Teile MEMO  
 0,5 Gew.-Teile Stabilisator für Polypropylen  
 1,0 Gew.-Teile Farbruß  
 42,8 Gew.-Teile Glasfasern in Form einer Glasmatte mit 600 g/m<sup>2</sup>

25 verpreßt. Sowohl die Haftung als auch die Temperatur- und Temperatur-Wechselbeständigkeit waren sehr gut. Die Polypropylenzusammensetzung ist in ihrem linearen Ausdehnungskoeffizienten dem des Aluminiumbleches angepaßt, der Vernetzungsgrad der Polypropylen-30 schicht betrug 45%.

#### Vergleichsbeispiel 3

Auf eine käufliche Platte aus glasfaserverstärktem homopolymerem Polypropylen, unvernetzt und ohne Vernetzungsmittel, mit einem Glasfaseranteil von 40 Gew.-% und einer Dicke von 2 mm, wurde oberflächlich eine Lösung, bestehend aus 2,5 Gew.-Teilen Toluol, 1,2 Gew.-Teilen MEMO und 0,4 Gew.-Teilen Dicumylperoxid aufgetragen und mit dem geprimerten Stahlblech nach Beispiel 1 bei 180°C und 5 bar verpreßt. Die bei der Verpressung stattfindende oberflächliche Vernetzung des Polyoleins führt zu einer guten Haftung. Nach Abkühlung auf 20°C und erneuter Erwärmung auf 45 110°C zeigte sich eine deutliche Wölbung des Verbundwerkstoffes. Bei Erwärmung auf 190°C erfolgte eine Delaminierung innerhalb der Polypropylenschicht.

#### Patentansprüche

1. Verwendung eines Verbundwerkstoffes, enthaltend eine Metallschicht und eine faserverstärkte, mit Silan und Peroxid vernetzte Polypropylenschicht mit 20 bis 50 Gewichtsprozent Glasfasern und mit einem Vernetzungsgrad größer 30%, gemessen als der in siedendem Dekalin unlösliche Anteil des eingesetzten Polypropylen und ggf. einem Haftvermittler für den Verbund der Metallschicht mit der Polypropylenschicht zum Herstellen von Formteilen durch Umformen des Verbundwerkstoffes, bei dem die Polypropylenschicht durch die Kombination der Wahl des Vernetzungsfaktors sowie des Faseranteils einen linearen thermischen Ausdehnungsfaktor aufweist, der dem 0,5 bis 2fachen, bevorzugt dem 0,66- bis 1,5fachen, des linearen thermischen Ausdehnungsfaktors einer Metallschicht aus Stahl oder Aluminium angepaßt ist.
2. Verwendung eines Verbundwerkstoffes nach An-

spruch 1, bei dem der Haftvermittler aus im wesentlichen Epoxidharz auf Basis Bisphenol A mit einem Amid- oder Säureanhydridhärter auf die Metallschicht aufgebracht ist.

3. Verfahren zur Herstellung eines Verbundwerkstoffes für die Verwendung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallschicht mit dem Haftvermittler in Mengen von etwa 1 bis 10 g/m<sup>2</sup> beschichtet und einer thermischen Behandlung bei etwa 170 bis 190°C während etwa 5 bis 10 Minuten unterzogen wird und daß anschließend die das Vernetzungsmittel enthaltende vernetzbare, jedoch noch nicht ausvernetzte Polypropylenschicht bei Drücken von mehr als 1 bar mit der mit dem Haftvermittler versehenen Metallschicht verbunden wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallschicht vor oder nach der Beschichtung mit dem Haftvermittler nach einem für Metall üblichen ein- oder mehrstufigen Tiefziehprozeß bei Raumtemperatur zu einem Metallvorformteil verformt wird, wonach dieses Metallvorformteil in einer auf 60 bis 120°C beheizten, aus Matrize und Patrize bestehenden Preßform eingelegt wird und ein oder mehrere, auf das benötigte Volumen abgestimmte Zuschnitte der Polypropylenschicht, die auf eine Temperatur von 190 bis 230°C erwärmt sind, aufgelegt und durch Zufahren der Preßform miteinander verpreßt und verbunden werden, wobei die Aushärtung der Primerschicht sowie die Vernetzung der Polypropylenschicht eingeleitet wird.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

